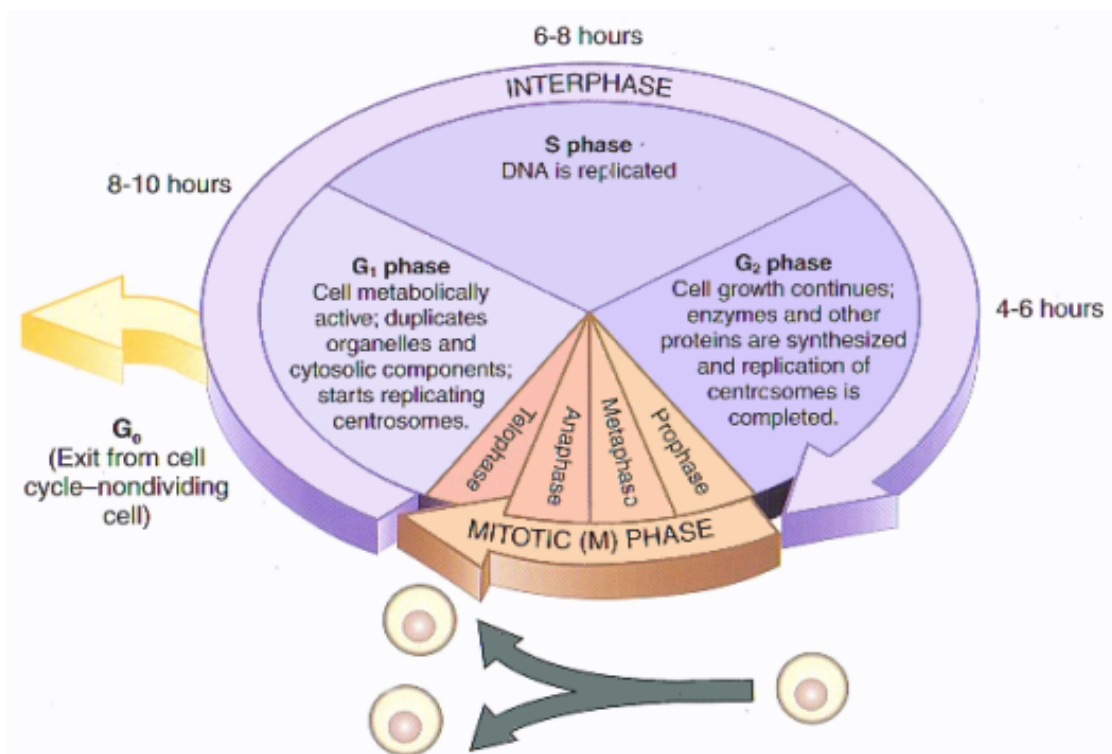


TEMA 12. EL CICLO CELULAR.

1. El ciclo celular.

- Es el conjunto de sucesos que se producen desde que se forma una célula, por división de una otra progenitora, hasta que ésta se divide originando dos células hijas.
- Su duración es variable según el tipo de célula.
 - Comprende dos fases: interfase y mitosis o división celular.



2. La interfase.

- La célula no se divide, se duplica el material genético y se produce el crecimiento celular.
- Se subdivide en tres periodos denominados fases: G_1 , S y G_2
- Gap en inglés significa hueco o intervalo.

- **Fase G_1 .**

- Crecimiento celular.
- Duplicación de orgánulos y estructuras citoplásmicas.
- Preparación de fibras de cromatinas para su duplicación.
- No hay síntesis de ADN.
- Algunas células se bloquean en esta fase y no entran en división. Si esto ocurre entran en fase de reposo o **fase G_0** .
 - Las neuronas o las fibras del músculo esquelético permanecen en este estado de por vida (quiescencia).
 - La estimulación mitogénica puede sacarlas de este estado pero también descontrolar su división y producir tumores.
- El punto de control para pasar a la fase S se sitúa al final de G_1 y se denomina **punto R** o punto de no retorno.

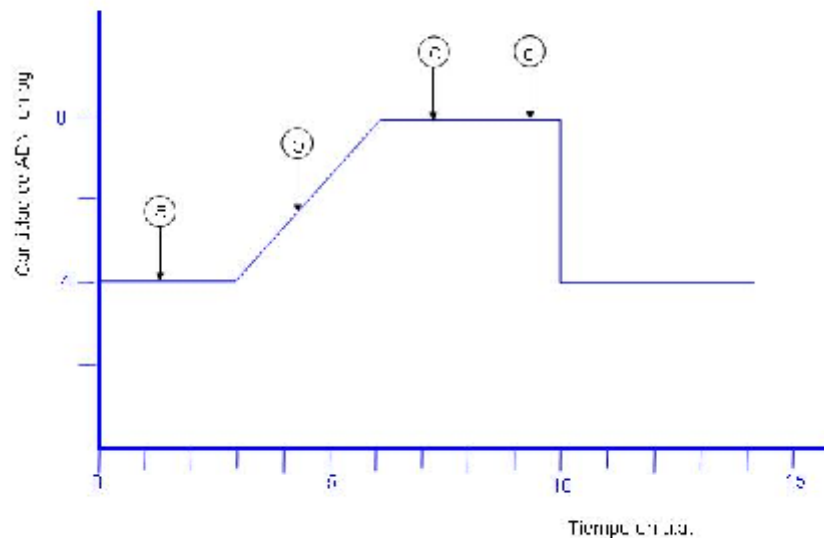
- **Fase S.**

- Duplicación del material genético.
- Proceso muy regulado pues la pérdida o exceso de material genético puede originar alteraciones celulares irreparables (muerte celular, mutaciones, etc.)
- Los sistemas de reparación actúan intensamente.
- Se produce la metilación del ADN que será fundamental para regular la expresión de los genes.

- **Fase G_2 .**

- Preparación de la mitosis.
- El tamaño celular es prácticamente el doble.
- Los cromosomas están duplicados.
- Los dos pares de centriolos se sitúan cerca de la membrana nuclear.

Ejercicio. A partir de la gráfica indica en la ilustración cada fase del ciclo celular. Realiza un dibujo del aspecto del material genético en cada una de ella.



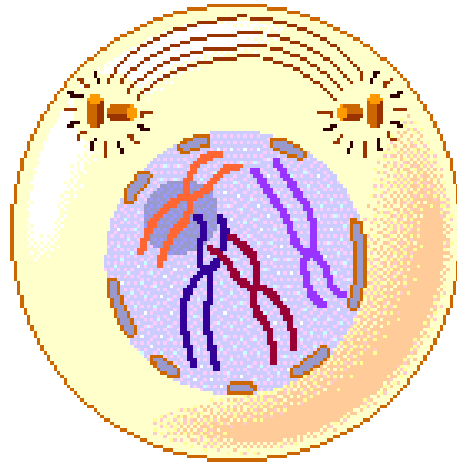
3. La mitosis.

- Es un periodo del ciclo celular en el que se suceden dos fenómenos:
 - **Cariocinesis**. División del núcleo.
 - **Citocinesis**. División y reparto del citoplasma y sus orgánulos.
- Su **significado biológico** es:
 - Garantiza la conservación del material hereditario durante la división celular realizando un reparto equitativo entre las dos células hijas.
 - Origina dos células idénticas entre sí e iguales a la progenitora.
 - Mantiene constante el número cromosómico.
- La **cariocinesis** es un **proceso continuo** pero se estudia dividiéndolo en **cuatro fases**: profase, metafase, anafase y telofase.

• **Profase.**

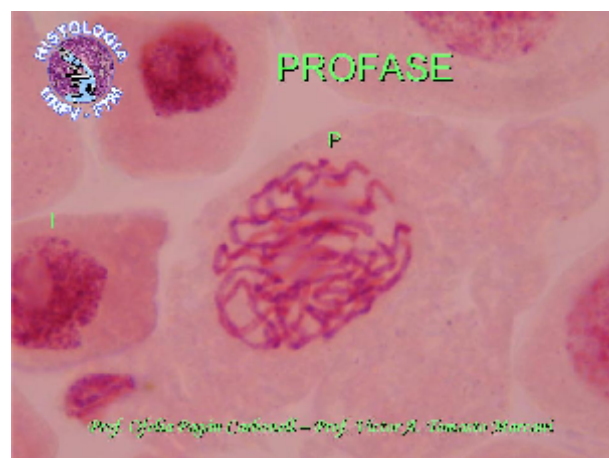
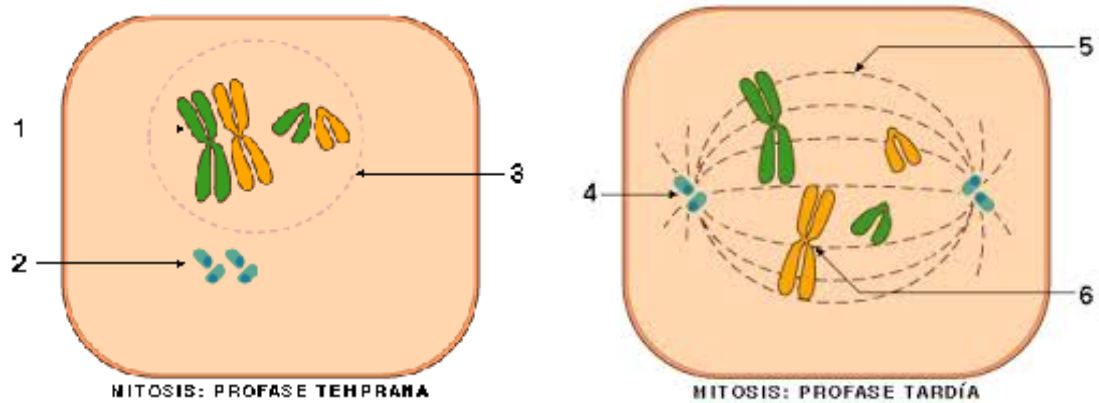
- **Visualización** de los cromosomas que se van condensando y que se forman por **dos cromátidas** unidas por un centrómero.
- **Desplazamiento** de los cromosomas hacia el exterior del núcleo.
- **Desaparición** de la membrana nuclear y el nucléolo.
- Formación del **huso mitótico**.
 - Alrededor de los centrosomas duplicados se disponen las **fibras del áster**.
 - Los centrosomas se sitúan en los polos celulares.
 - A partir del áster se extienden las fibras del huso que enlazan los centrosomas.

- En las células vegetales no se forman ásteres pues carecen de centriolos.



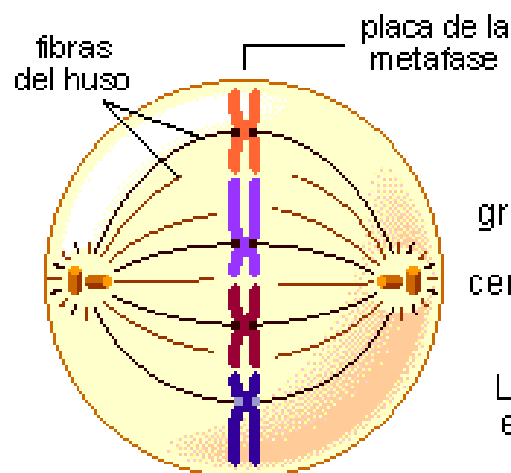
Profase

Los cromosomas se condensan y la membrana nuclear desaparece



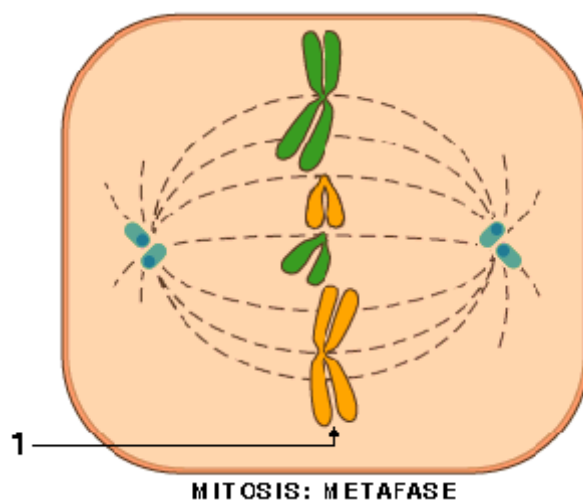
- **Metafase.**

- **Condensación máxima** de los cromosomas (obtención de cariotipos).
- Los cromosomas se sitúan alineados en el centro de la célula formando la **placa ecuatorial**.
- Aparecen los **cinetocoros** a ambos lados de los centrómeros.
- Formación de **fibras cromosómicas** que enlazan los centrosomas con los cinetocoros.
- Comienzan a alejarse los polos celulares.



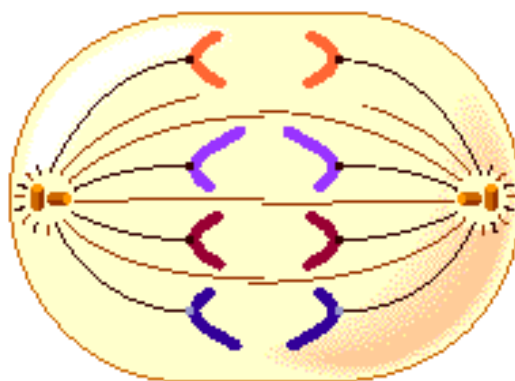
metafase

Los cromosomas gruesos y enrollados se alinean en el centro de la célula en la placa de la metafase. Las fibras del huso están unidas a los cromosomas



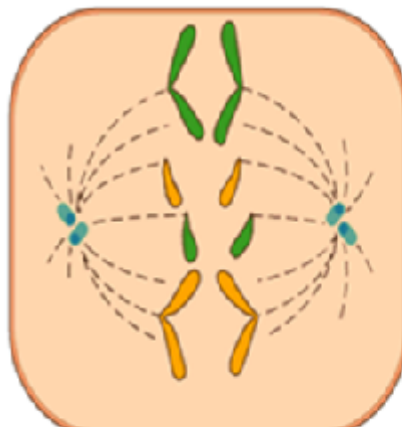
- **Anafase.**

- **Acortamiento** de las fibras cromosómicas.
- Ruptura de los centrómeros y **separación de cromátidas hermanas.**
- Los cromosomas, formados por **una sola cromátida**, adoptan **forma de V** pues los cinetocoros parecen arrastrar al resto de cada uno de ellos.
- **Alargamiento celular** que produce mayor distancia entre ambos polos.

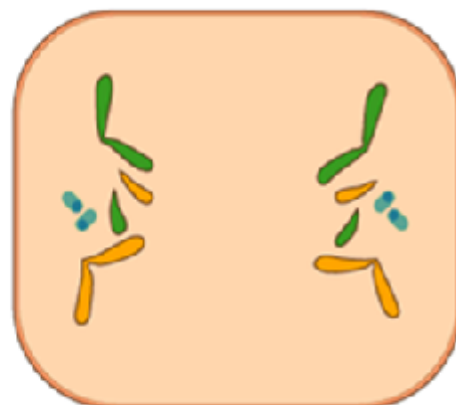


Anafase

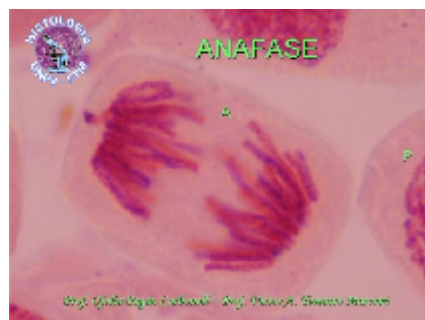
Los cromosomas se han separado y se mueven hacia los polos



MITOSIS: ANAFASE TEMPRANA

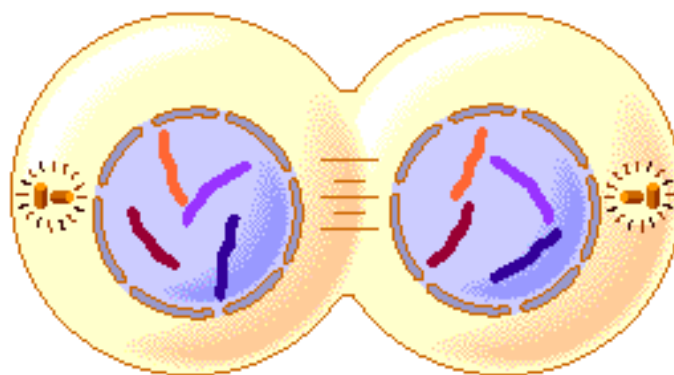


MITOSIS: ANAFASE TARDÍA



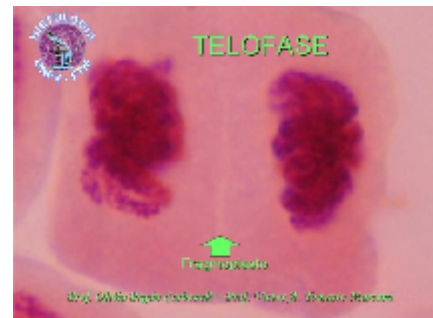
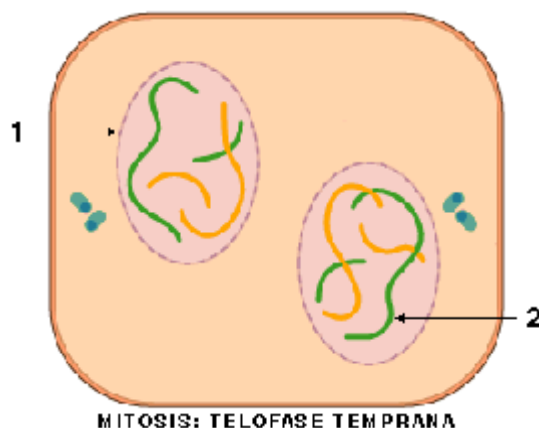
- **Telofase.**

- Desplazamiento total de los juegos de cromátidas hacia los polos celulares.
- Desespiralización progresiva de los cromosomas.
- Desorganización del huso mitótico.
- Formación de nucléolos y membranas nucleares a partir del RE.
- Comienzo de la cariocinesis.



Telofase

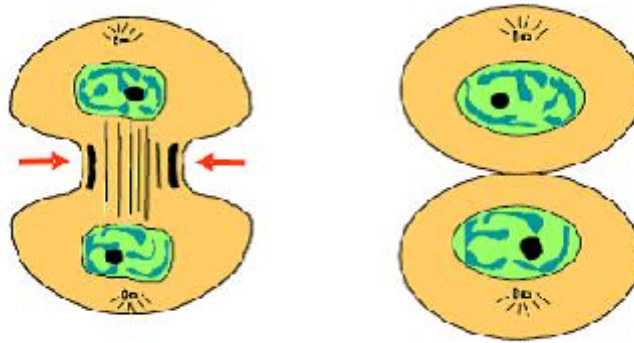
Los cromosomas están en los polos y son más difusos. La membrana nuclear se vuelve a formar. El citoplasma se divide



- La **citocinesis** se realiza de forma distinta según el tipo de célula.

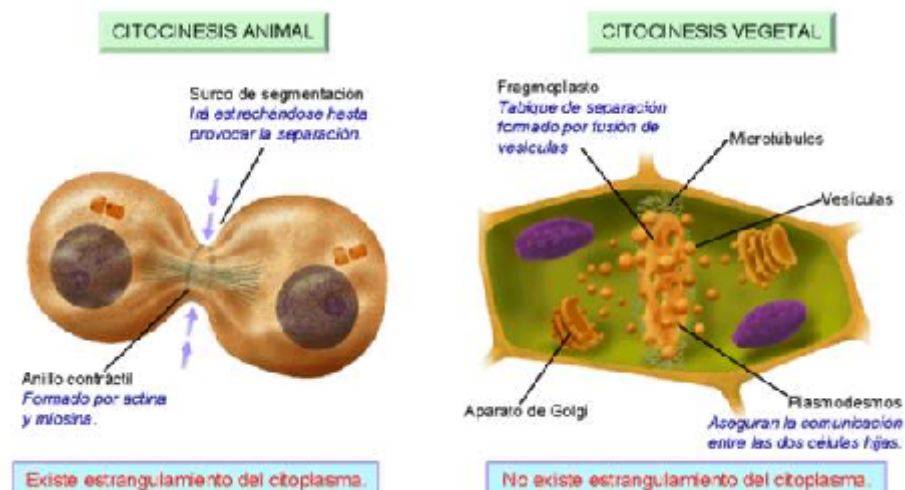
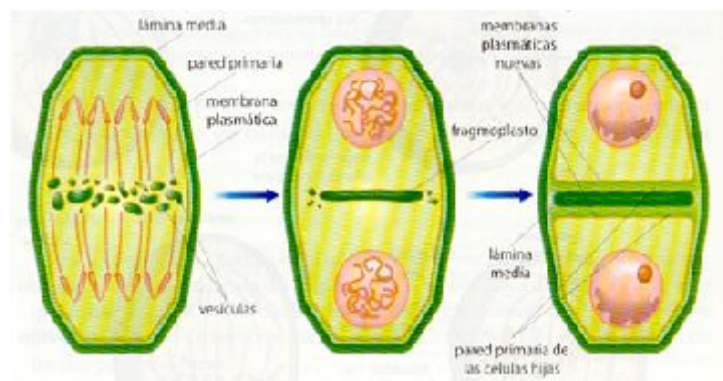
- **En células animales.**

- Se produce por **estrangulamiento**.
- La banda de actina y miosina situada bajo la membrana plasmática forma un **anillo contráctil** en la zona ecuatorial.
- Este se contrae formando un surco que divide a la célula en dos.

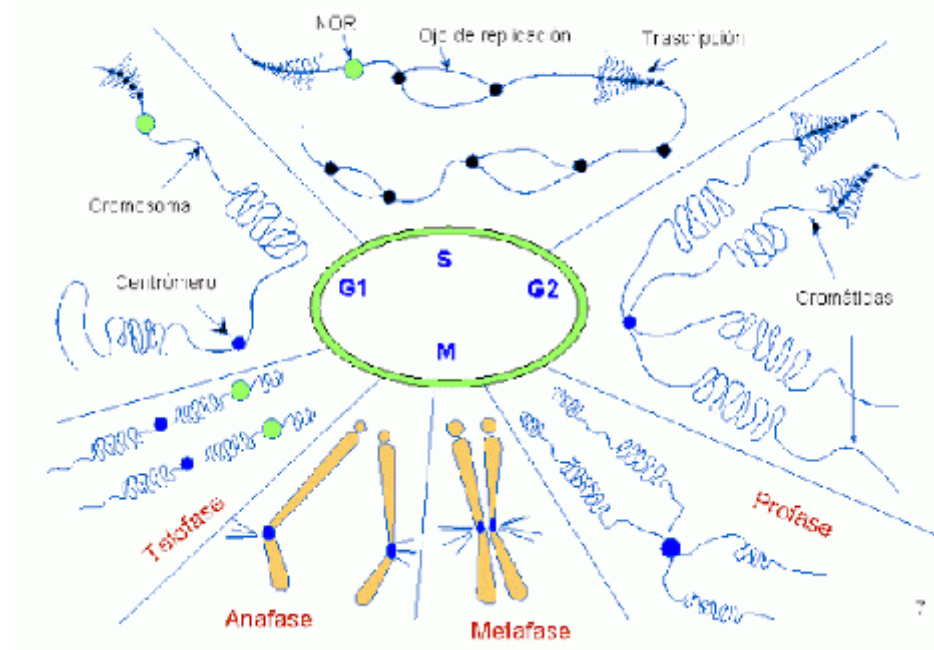


○ En células vegetales.

- Formación del **fragmoplasto**, a partir de vesículas del aparato de Golgi, en la parte central de la célula.
- Transformación del contenido de éste en lámina media.
- La separación entre vesículas da lugar a los **plasmodesmos** permitiendo la comunicación entre las células hijas.
- Aparición de pared primaria y posteriormente de pared secundaria.



Trasformaciones del cromosoma durante el ciclo celular.



4. La meiosis.

- Es un tipo de división celular relacionado con la **reproducción sexual**.
- La realizan las **células germinales**, que son diploides y origina gametos haploides.
- Las **células resultantes** de la meiosis son:
 - Los **espermatozoides** formados en los órganos reproductores masculinos.
 - Los **óvulos** producidos en las gónadas femeninas
 - Las **esporas** en hongos, algas y plantas superiores (megasporas las femeninas y microsporas las masculinas).
- Posee un doble **significado biológico**.
 - **Reduce a la mitad el material genético** pues los gametos sólo poseen un cromosoma de cada pareja de homólogos. Se realiza una división cuantitativa pero no cualitativa pues la información genética de cada gameto es completa.
 - **Aumenta la variabilidad genética de las poblaciones**. Esto es debido a la recombinación producida durante la primera profase que hace que en los gametos se mezcle, siempre de manera diferente, la información genética procedente de los progenitores.

- Se produce mediante dos divisiones sucesivas entre las que no hay síntesis de ADN. Se suceden los siguientes procesos:
 - **Interfase premeiótica.**
 - Mayor duración que en la mitosis.
 - Periodo S similar al mitótico.
 - Produce cromosomas formados por dos cromátidas.
 - **Primera división meiótica.**
 - Más larga y compleja.
 - Los cromosomas homólogos se aparean.
 - Se produce recombinación entre las cromátidas homólogas.
 - Los cromosomas homólogos se separan.
 - Produce dos células haploides con cromosomas formados por dos cromátidas.
 - Se divide en profase I, metafase I, anafase I y telofase I.
 - La profase I está compuesta por leptotene, zigotene, paquitene, diplotene y diacinesis.
 - **Segunda división meiótica.**
 - Se separan cromátidas hermanas tal como ocurre en la mitosis.
 - Se obtienen cuatro células haploides con cromosomas formados por una sola cromátida.
 - Se divide en profase II, metafase II, anafase II y telofase II.
- **Primera división meiótica.**
- **Profase I.**
 - **Leptotene.**
 - Los cromosomas se condensan y comienzan a visualizarse.
 - Están formados por dos cromátidas.
 - **Zigotene.**
 - Cada par de cromosomas homólogos se empareja longitudinalmente formando el complejo sinaptonémico.
 - Cada pareja forma una estructura llamada bivalente.
 - La unión comienza en cualquier punto y se va extendiendo a la totalidad.

○ **Paquitene.**

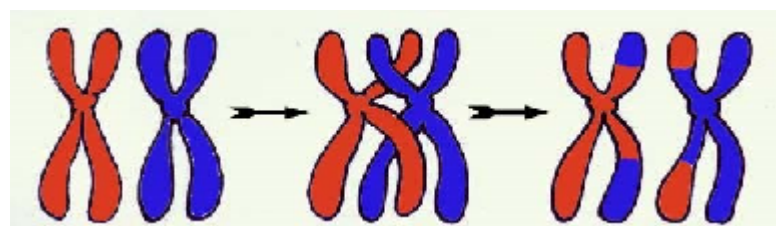
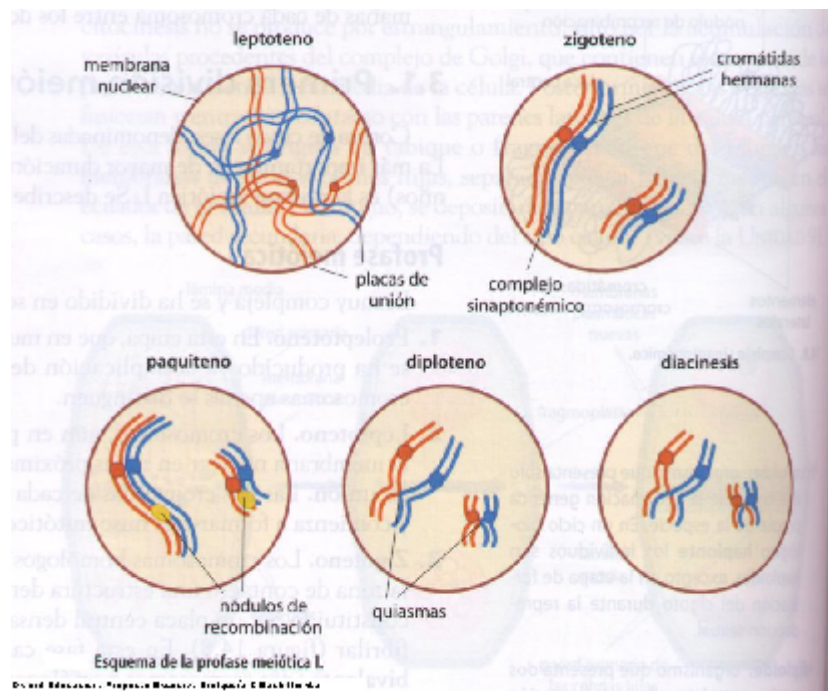
- Los cromosomas se contraen y se aprecia que cada par se forma de cuatro cromátidas.
- Tal estado es denominado tétrada.
- Se produce el sobrecruzamiento o crossing over de algunos segmentos que serán intercambiados entre cromátidas homólogas no hermanas.
- Los puntos de sobrecruzamiento se denominan quiasmas.

○ **Diplotene.**

- Los cromosomas homólogos comienzan a separarse pero se mantienen unidos por los puntos quiasmas.
- Los centrosomas comienzan a alejarse.

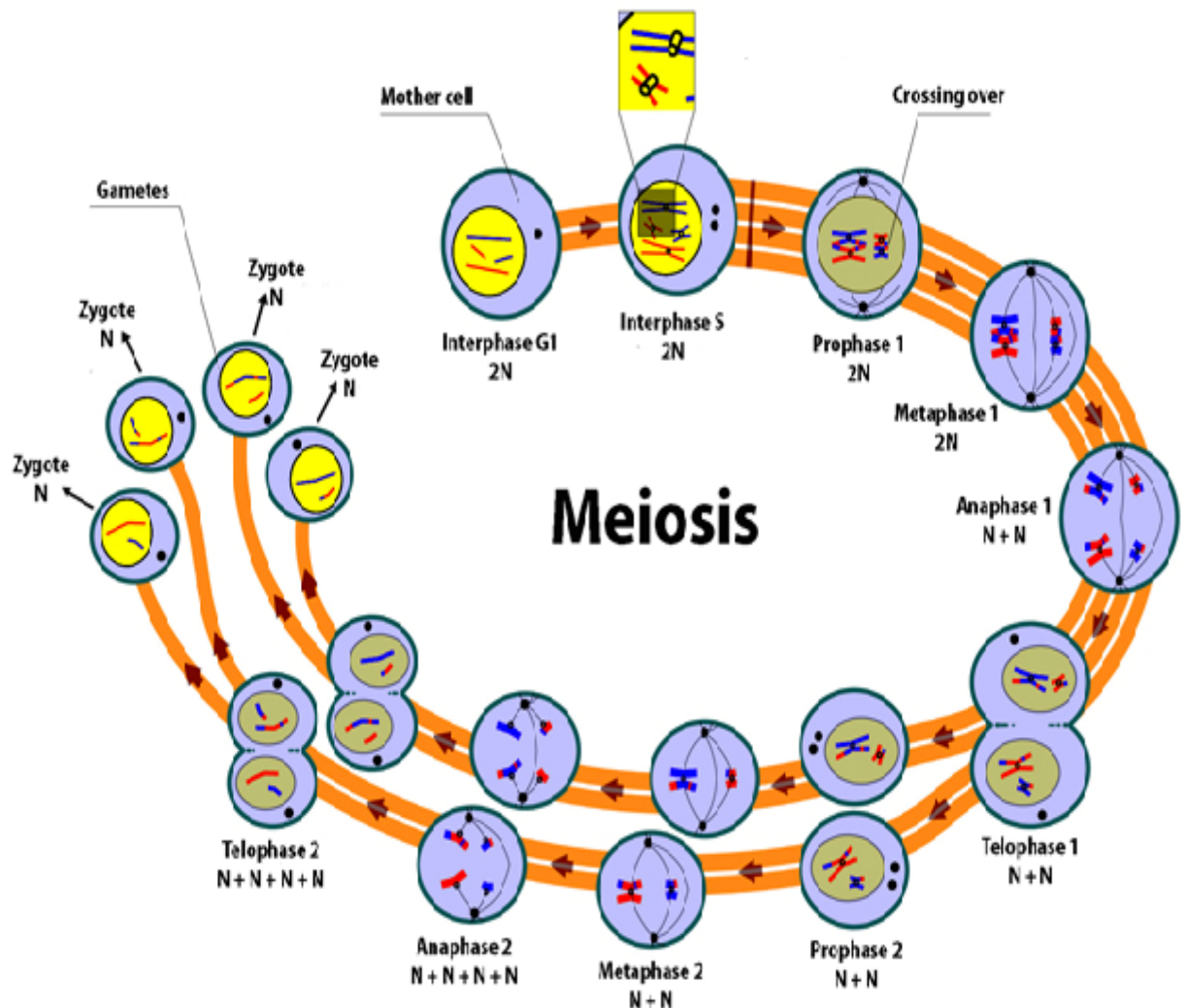
○ **Diacinesis.**

- Los cromosomas se contraen.
- Los quiasmas se desplazan a los extremos.
- El nucléolo y la membrana nuclear comienzan a desaparecer.

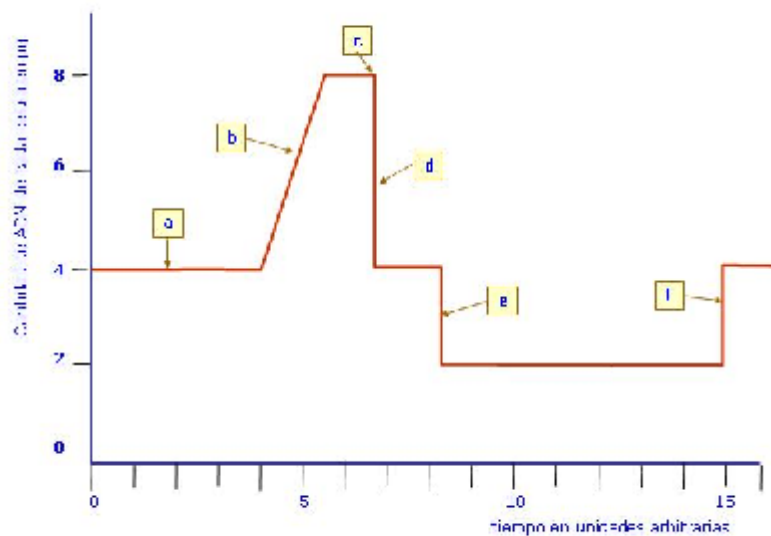


- **Metafase I.**
 - La membrana del núcleo y el nucléolo se disuelven totalmente.
 - Los bivalentes se condensan al máximo y se sitúan en la placa ecuatorial.
 - Cada miembro de la pareja se sitúa al azar hacia un polo u otro.
 - Cada cromosoma se une a las fibras del huso por un único cinetocoro.
- **Anafase I.**
 - Las fibras cromosómicas se acortan.
 - Los cromosomas homólogos se separan.
 - Cada juego cromosómico emigra a un polo celular.
- **Telofase I.**
 - Los grupos de cromosomas se sitúan en polos opuestos.
 - Aparecen los nucléolos y las membranas nucleares.
- **Primera citocinesis.**
 - Se forman dos células haploides con cromosomas formados por dos cromátidas que presentan distinto grado de recombinación.
- **Intercinesis.**
 - Similar a al interfase pero muy breve.
 - No hay síntesis de ADN.
- **Segunda división meiótica.**
- **Profase II.**
 - Dura muy poco tiempo.
 - Las envolturas nucleares y los nucléolos se desintegran.
 - Los centrosomas comienzan a desplazarse.
 - Aparecen las fibras del huso.
 - Los cromosomas vuelven a compactarse.
- **Metafase II.**
 - Los cromosomas, llamados ahora univalentes, se alinean formando la placa ecuatorial.
 - Los centrómeros presentan ahora dos cinetocoros a los cuales se unen las fibras cromosómicas.
- **Anafase II.**
 - Alargamiento celular.
 - Las fibras se contraen y las cromátidas hermanas se separan.

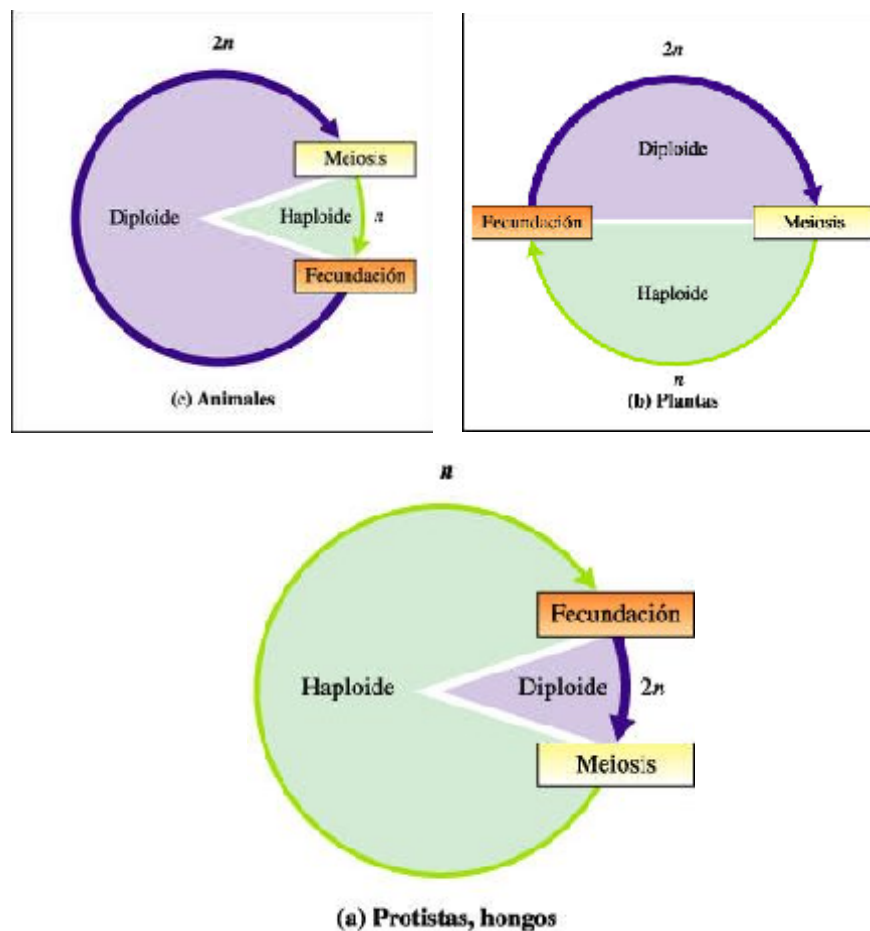
- Cada juego de cromátidas se dirige a un polo celular.
- **Telofase II.**
 - Los cromosomas se desespiralizan.
 - El huso comienza a disgregarse.
 - Se forman las nuevas membranas nucleares.
 - Se generan los nucléolos.
- **Segunda citocinesis.**
 - Se obtienen cuatro células haploides con una cromátida por cada cromosoma que ahora aparece como una fibra de cromatina.



- La siguiente gráfica muestra la cantidad de ADN respecto al tiempo, en unidades arbitrarias, para la meiosis.



- Según el punto del ciclo vital de un organismo en el que tiene lugar la meiosis este puede ser haplonte, diplonte o diplohaplonte. **Identifica cada uno de ellos en los siguientes gráficos.**



- Para finalizar en la siguiente tabla se comparan la mitosis y la meiosis según distintos criterios.

	MITOSIS	MEIOSIS
CÉLULAS IMPLICADAS	Se produce en las células somáticas. Puede ocurrir en células haploides o diploides ya que los cromosomas homólogos no están emparejados.	Sólo se produce en las células madre de los gametos. Se produce sólo en células diploides ya que precisa que los cromosomas homólogos estén emparejados.
NÚMERO de DIVISIONES	UNA sola división celular.	DOS divisiones celulares.
En la ANAFASE se separan cromátidas hermanas.	... en la primera división se separan pares de cromosomas homólogos. En la segunda división se separan cromátidas.
SOBRECruzAMIENTO	No se produce.	Se produce entre cromosomas homólogos.
DURACIÓN	Corta.	Larga.
RESULTADO	Dos células hijas con igual información genética.	Cuatro células hijas genéticamente distintas, con la mitad de la información genética de la célula madre.
FINALIDAD	Crecimiento y renovación de células y tejidos. Mantenimiento de la vida del individuo.	Continuidad de la especie y aumento de la variabilidad genética.

5. El control del ciclo celular.

- Se realiza mediante un mecanismo bioquímico que provoca que sus distintas fases se produzcan en el orden adecuado.
- Si esto no ocurre pueden producirse errores de consecuencias fatales.
- En el intervienen algunas proteínas como:
 - **Los factores de crecimiento.** Son proteínas de la sangre o del medio extracelular que se unen a receptores de membrana activando la síntesis de ciclinas que inician el ciclo.
 - **Las ciclinas y las quinasas.** Inducen y coordinan el paso de una fase a otra actuando en los puntos de control: punto G₁, punto G₂ y punto M.
 - **APC o complejo promotor de la anafase.** Activa el final de la mitosis.
 - **Complejo MCM.** Se une al ADN durante la fase S permitiendo la replicación.
 - **Géminis.** Evita la replicación múltiple del ADN.